

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-331750

(43)Date of publication of application : 13.12.1996

(51)Int.Cl.

H02H 3/253

H02H 3/34

H02H 3/50

H02M 7/48

H02P 7/63

(21)Application number : 07-133597

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 31.05.1995

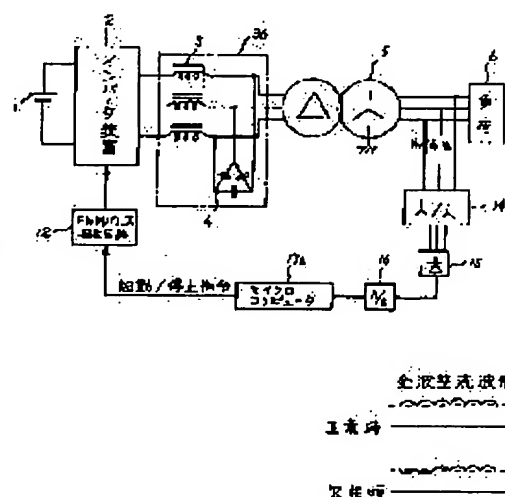
(72)Inventor : SHOGAWA KEIICHI

(54) POWER CONVERSION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the abnormality that DC polarized magnetization of a reactor or a transformer due to a phase lack of an inverter gives rise to heating of an iron core.

CONSTITUTION: An instantaneous voltage waveform of a three-phase AC voltage outputted from an output transformer 5 is detected by a transformer 14 and a three-phase alternating current corresponding to the waveform is rectified by a rectifier 15 and converted into a digital value by an A/D converter 16. The average value of the digital values is computed in a microcomputer 17a, and when it continues for a prescribed time or longer beyond a prescribed level, a stop command is given to a PWM pulse generating circuit 12. The PWM pulse generating circuit 12 reckons this as showing a phase lack of an inverter device 2 and stops the drive of the inverter device 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.01.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-331750

(43) 公開日 平成8年(1996)12月13日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H02H 3/253

H02H 3/253

3/34

3/34

P

3/50

3/50

D

H02M 7/48

H02M 7/48

M

H02P 7/63

H02P 7/63

K

9181-5H

302

302

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全15頁)

(21) 出願番号 特願平7-133597

(22) 出願日 平成7年(1995)5月31日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 書川 桂一

神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三

菱電機株式会社神戸製作所内

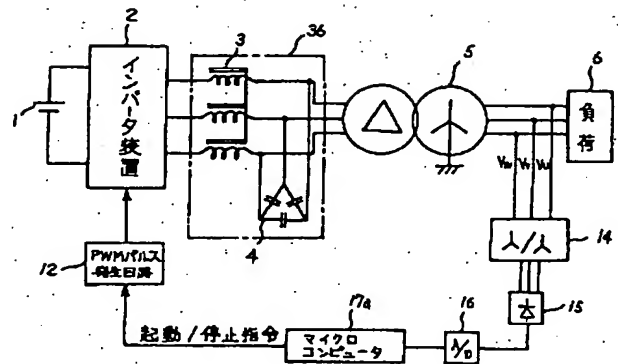
(74) 代理人 弁理士 宮園 純一

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【目的】 インバータの欠相の欠相に起因するリアクトル又は変圧器の直流偏磁が、鉄芯の発熱を引き起こす異常を未然に防止する。

【構成】 出力変圧器5から出力される三相交流電圧の瞬時電圧波形が変圧器14で検出され、その波形に対応する三相交流は整流器15で整流され、A/Dコンバータ16でデジタル値に変換される。マイクロコンピュータ17aでは、そのデジタル値の平均値が取られ、所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。



- 1; 直流電源
- 3; リアクトル
- 4; コンデンサ
- 5; 出力変圧器
- 14; 変圧器
- 15; 整流器
- 16; A/D コンバータ
- 36; 交流フィルタ回路

全波整流波形

正常時

欠相時

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直流を三相交流に変換するインバータ装置と、このインバータ装置を駆動させるためのパルスが発生するパルス発生回路と、上記インバータ装置の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトルおよび交流フィルタ用のコンデンサから成る交流フィルタ回路と、この交流フィルタ回路を介して上記インバータ装置の出力に接続され三相交流電力を負荷に供給する出力変圧器とを備えた電力変換装置において、上記出力変圧器の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流を整流する整流手段と、上記整流して得られたアナログ三相電圧をデジタル値に変換するアナログ／デジタル変換手段と、上記変換されたデジタル値の平均値を取り該平均値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置を停止させるための停止指令を上記パルス発生回路に与える演算処理手段とを設けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2】 直流を三相交流に変換するインバータ装置と、このインバータ装置を駆動させるためのパルスが発生するパルス発生回路と、上記インバータ装置の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトルおよび交流フィルタ用のコンデンサから成る交流フィルタ回路と、この交流フィルタ回路を介して上記インバータ装置の出力に接続され三相交流電力を負荷に供給する出力変圧器とを備えた電力変換装置において、上記出力変圧器の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流をデジタル値に変換するアナログ／デジタル変換手段と、上記変換されたデジタル値を高速フーリエ変換してパワースペクトル処理を行い高調波実効値と歪率を算出し該歪率が所定レベル以上で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置を停止させるための停止指令を上記パルス発生回路に与える演算処理手段とを設けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3】 直流を三相交流に変換するインバータ装置と、このインバータ装置を駆動させるためのパルスが発生するパルス発生回路と、上記インバータ装置の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトルおよび交流フィルタ用のコンデンサから成る交流フィルタ回路と、この交流フィルタ回路を介して上記インバータ装置の出力に接続され三相交流電力を負荷に供給する出力変圧器とを備えた電力変換装置において、上記出力変圧器の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流をデジタル値に変換するアナログ／デジタル変換手段と、上記変換されたデジタル値により周波数を算出し該周波数が所定レベル外で

所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置を停止させるための停止指令を上記パルス発生回路に与える演算処理手段とを設けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4】 直流を三相交流に変換するインバータ装置と、このインバータ装置を駆動させるためのパルスが発生するパルス発生回路と、上記インバータ装置の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトルおよび交流フィルタ用のコンデンサから成る交流フィルタ回路と、この交流フィルタ回路を介して上記インバータ装置の出力に接続され三相交流電力を負荷に供給する出力変圧器とを備えた電力変換装置において、上記出力変圧器の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段と、基準三相交流正弦波電圧を発生する基準三相交流正弦波電圧発生手段と、上記瞬時電圧波形検出手段で検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流正弦波電圧と上記基準三相交流正弦波電圧発生手段からの基準三相交流正弦波電圧との位相比較を行い該位相比較の結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置を停止させるための停止指令を上記パルス発生回路に与える位相比較手段とを設けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 5】 直流を三相交流に変換するインバータ装置と、このインバータ装置を駆動させるためのパルスが発生するパルス発生回路と、上記インバータ装置の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトルおよび交流フィルタ用のコンデンサから成る交流フィルタ回路と、この交流フィルタ回路を介して上記インバータ装置の出力に接続され三相交流電力を負荷に供給する出力変圧器とを備えた電力変換装置において、上記出力変圧器の中性点に流れる電流を検出する電流検出手段と、上記検出された電流を整流する整流手段と、この整流手段の出力値と基準値とを比較する比較手段と、この比較手段による比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置を停止させるための停止指令を上記パルス発生回路に与える欠相検知手段とを設けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 6】 直流を三相交流に変換するインバータ装置と、このインバータ装置を駆動させるためのパルスが発生するパルス発生回路と、上記インバータ装置の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトルおよび交流フィルタ用のコンデンサから成る交流フィルタ回路と、この交流フィルタ回路を介して上記インバータ装置の出力に接続され三相交流電力を負荷に供給する出力変圧器とを備えた電力変換装置において、上記出力変圧器の中性点に流れる電流により電圧を発生させる電圧発生手段と、上記発生した電圧を整流する整流手段と、この整流手段の出力値と基準値とを比較

する比較手段と、この比較手段による比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置を停止させるための停止指令を上記パルス発生回路に与える欠相検知手段とを設けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 7】 直流を三相交流に変換するインバータ装置と、このインバータ装置を駆動させるためのパルスを発生するパルス発生回路と、上記インバータ装置の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトルおよび交流フィルタ用のコンデンサから成る交流フィルタ回路と、この交流フィルタ回路を介して上記インバータ装置の出力に接続され三相交流電力を負荷に供給する出力変圧器とを備えた電力変換装置において、上記出力変圧器を省くとともに、上記交流フィルタ回路を構成するリアクタンス手段としてリーケージ付インバータトランスを用い、このリーケージ付インバータトランスの出力を上記出力変圧器の出力の代りに接続するように構成したことを特徴とする請求項 1 又は 2 又は 3 又は 4 又は 5 又は 6 記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、直流を三相交流に変換するインバータ装置を使用し、電力変換を行う電力変換装置に関するもので、特にインバータ装置の異常を検出する機能を有する電力変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図 11 は例えば特公昭 63-274374 号公報に示された構成に基づく従来の電力変換装置のブロック図である。図 11 において、1 は直流電源、2 は直流を三相交流に変換するインバータ装置、3 および 4 は交流フィルタ回路 36 を構成するリアクトルおよびコンデンサ、5 は出力電圧を発生する出力変圧器、6 は出力変圧器 5 の出力に接続される負荷である。また、7 は基準三相交流正弦波電圧を発生する基準三相交流正弦波電圧発生回路、8 はその基準三相交流正弦波電圧を 90° 進めた信号にする 90° 進み回路、9 は係数器、10 はインバータ電流指令値をインバータ装置 2 の許容電流以下に制限するリミッタ、11 は電流制御増幅器、12 はインバータ装置 2 を駆動させるためのパルスを発生する PWM (パルス幅変調) パルス発生回路、13 は電圧偏差検出回路である。また、31 は負荷電流を検出する変流器、32 は加算器、33、34 は減算器、35 はインバータ装置 2 の出力電流を検出する変流器である。なお、変流器 31、35、加算器 32、減算器 33、34、基準三相交流正弦波電圧発生回路 7、 90° 進み回路 8、係数器 9、リミッタ 10、電流制御増幅器 11、PWM パルス発生回路 12、及び電圧偏差検出回路 13 により制御系が構成されている。

【0003】 次に動作について説明する。上記制御系は、瞬時電流制御を行う電流マイナーループと、十分に

応答が速い電圧制御ループとから構成されている。インバータ装置 2 が三相交流正弦波電圧を出力するためにリミッタ 10 の出力信号である電流指令値 I_{RL} を求め、この電流指令値 I_{RL} に対して電流マイナーループによりインバータ電流 I_A を瞬時に応答させ、基準三相交流正弦波電圧に追従した正弦波出力電圧を得る。インバータ装置 2 が流すべき電流は、コンデンサ 4 に流れる電流 I_C と負荷 6 に要求される電流 I_L の和であるので、リミッタ 10 に与えられるインバータ電流指令値 I_R は係数器 9 からのコンデンサ電流指令値 I_{CR} と変流器 31 からの負荷電流指令値 I_{LR} とに電圧偏差を最小にするための電圧偏差検出回路 13 からのわずかな補正分 I_{VR} を加えたものである。コンデンサ電流指令値 I_{CR} は、基準三相交流正弦波電圧発生回路 7 からの基準三相交流正弦波電圧 V_R の位相を 90° 進み回路 8 により 90° 進め、その大きさを ωC 倍して求められる。電流ループがこのようにして作った電圧基準より 90° 進んだ目標値を追従することにより、無負荷状態でインバータ装置 2 に定格電圧を確立することができる。

【0004】 次に補正分 I_{VR} を出力する電圧制御ループについて説明する。これまで述べた制御はコンデンサ電流 I_C を予定の正弦波電流、即ちコンデンサ電流指令値 I_{CR} に追従させるフィードバック制御に、変流器 31 からの負荷電流指令値 I_{LR} をフィードフォワードしたものである。したがってコンデンサ電流 I_C はコンデンサ電流指令値 I_{CR} に近似した電流になるが、コンデンサ 4 の容量値の精度、電流マイナーループの定常誤差などにより、インバータ出力電圧 V_C は基準三相交流正弦波電圧 V_R に対してわずかな誤差 V_E (減算器 34 の出力信号) をもつ。そこで誤差 V_E を最小にする補正電流 I_{VR} を作り、インバータ電流指令値 I_R に加える。

【0005】 以上のようにして求めたコンデンサ電流指令値 I_{CR} と負荷電流指令値 I_{LR} と補正電流 I_{VR} との和が、リミッタ 10 により、いかなる過渡状態でも、インバータ装置 2 の許容し得る瞬時電流以上の指令値は与えられない。したがって、三相交流電力線の断線や、インバータ装置 2 を構成する回路素子の動作不良等により、インバータ装置 2 に欠相が生じた時に、過電流で回路素子が破壊されることを防止できる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来の電力変換装置は以上のように構成されているので、インバータ装置 2 に欠相が生じる時、交流フィルタ用のリアクトル 3 又は出力変圧器 5 に直流偏磁が現れ、鉄芯の異常発熱により発火に至る可能性があり、少なくともリアクトル 3 や出力変圧器 5 の絶縁種別による巻線の温度が許容温度に達する前に、異常を検知する必要がある。また、欠相により健全相は過負荷状態となり、スイッチング半導体素子等の回路素子の熱的破損に至るなどの問題点があった。

【0007】 この発明は上記のような課題を解決するた

めになされたものであり、インバータ装置の欠相に起因する交流フィルタ用のリアクトルや出力変圧器の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことのできる電力変換装置を得ることを目的とする。また、装置の小型化を図れる電力変換装置を得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、出力変圧器5の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する変圧器14と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流を整流する整流器15と、上記整流して得られたアナログ三相電圧をデジタル値に変換するA/Dコンバータ16と、上記変換されたデジタル値の平均値を取り、該平均値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とインバータ装置2を停止させるための停止指令をPWMパルス発生回路12に与えるマイクロコンピュータ17aとを設けたことを特徴とするものである。

【0009】第2の発明は、出力変圧器5の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する変圧器14と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流をデジタル値に変換するA/Dコンバータ16と、上記変換されたデジタル値を高速フーリエ変換してパワースペクトル処理を行い高調波実効値と歪率を算出し該歪率が所定レベル以上で所定時間以上続くことで欠相検知とインバータ装置2を停止させるための停止指令をPWMパルス発生回路12に与えるマイクロコンピュータ17bとを設けたことを特徴とするものである。

【0010】第3の発明は、出力変圧器5の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する変圧器14と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流をデジタル値に変換するA/Dコンバータ16と、上記変換されたデジタル値により周波数を算出し該周波数が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とインバータ装置2を停止させるための停止指令をPWMパルス発生回路12に与えるマイクロコンピュータ17cとを設けたことを特徴とするものである。

【0011】第4の発明は、出力変圧器5の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する変圧器14と、基準三相交流正弦波電圧を発生する基準三相交流正弦波電圧発生回路7と、上記変圧器14で検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流正弦波電圧と上記基準三相交流正弦波電圧との位相比較を行い該位相比較の結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とインバータ装置2を停止させるための停止指令をPWMパルス発生回路12に与える位相比較器18とを設けたことを特徴とするものである。

【0012】第5の発明は、出力変圧器5の中性点に流れる電流を検出する変流器21と、上記検出された電流を整流する整流器15と、この整流器15の出力値と基準値とを比較するコンパレータ19と、このコンパレータ19による比較結果値が所定レベル外で所定時間以上

続くことで欠相検知とインバータ装置2を停止させるための停止指令をPWMパルス発生回路12に与えるタイマ20とを設けたことを特徴とするものである。

【0013】第6の発明は、出力変圧器の中性点に流れる電流により電圧を発生させる抵抗22と、上記発生した電圧を整流する整流器15と、この整流器15の出力値と基準値とを比較するコンパレータ19と、このコンパレータ19による比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とインバータ装置2を停止させるための停止指令をPWMパルス発生回路12に与えるタイマ20とを設けたことを特徴とするものである。

【0014】第7の発明は、上記出力変圧器5を省くとともに、上記交流フィルタ回路36を構成するリアクタンス手段としてリーケージ付インバータトランス25を用い、このリーケージ付インバータトランス25の出力を上記出力変圧器5の出力の代りに接続するように構成したことを特徴とするものである。

【0015】

【作用】第1の発明において、出力変圧器5から出力される三相交流電圧の瞬時電圧波形が変圧器14で検出され、その波形に対応する三相交流は整流器15で整流され、A/Dコンバータ16でデジタル値に変換される。マイクロコンピュータ17aでは、そのデジタル値の平均値が取られ、所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0016】第2の発明において、出力変圧器5から出力される三相交流電圧の瞬時電圧波形が変圧器14で検出され、その波形に対応する三相交流はA/Dコンバータ16でデジタル値に変換される。マイクロコンピュータ17bでは、そのデジタル値が高速フーリエ変換されてパワースペクトル処理され、高調波実効値と歪率が算出され、その歪率が所定レベル以上で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0017】第3の発明において、出力変圧器5から出力される三相交流電圧の瞬時電圧波形が変圧器14で検出され、その波形に対応する三相交流はA/Dコンバータ16でデジタル値に変換される。マイクロコンピュータ17cでは、そのデジタル値により周波数が算出され、その周波数が所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0018】第4の発明において、出力変圧器5から出

力される三相交流電圧の瞬時電圧波形が変圧器14で検出され、その瞬時電圧波形に対応する三相交流正弦波電圧と基準三相交流正弦波電圧発生回路7からの基準三相交流正弦波電圧との位相が位相比較器18で比較され、この比較の結果値が所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0019】第5の発明において、出力変圧器5の中性点電流が変流器21で検出され、整流器15で整流される。この整流値と基準値とはコンパレータ19で比較される。タイマ20では、その比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0020】第6の発明において、出力変圧器5の中性点電流により抵抗22に電圧が発生し、この電圧が整流器15で整流される。この整流値と基準値とはコンパレータ19で比較される。タイマ20では、その比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0021】第7の発明において、リアクタンス手段としてリーケージ付インバートランス25が用いられ、このトランス25の出力が出力変圧器5の出力の代りに与えられる。

【0022】

【実施例】

実施例1. 図1は、この発明の実施例1に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。この電力変換装置は、図1に示すように、直流を三相交流に変換するインバータ装置2と、このインバータ装置2を駆動させるためのパルスを発生するPWMパルス発生回路12と、上記インバータ装置2の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトル3および交流フィルタ用のコンデンサ4から成る交流フィルタ回路36と、この交流フィルタ回路36を介して上記インバータ装置2の出力に接続され三相交流電力を負荷6に供給する出力変圧器5とを備え、更に制御系として、上記出力変圧器5の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段としての変圧器14と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流を整流する整流手段としての整流器15と、上記整流して得られたアナログ三相電圧をデジタル値に変換するアナログ/デジタル変換手段としてのA/Dコンバータ16と、上記変換されたデジタル値の平均値を取り該平均値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバ

ータ装置2を停止させるための停止指令を上記PWMパルス発生回路12に与える演算処理手段としてのマイクロコンピュータ17aとを備えている。

【0023】図2は、上記マイクロコンピュータ17aのプログラムの動作を示すフローチャートであり、以下、図1及び図2を参照して本実施例1の動作について説明する。直流電源1の直流はインバータ装置2で三相交流に変換され、その三相交流は交流フィルタ回路36を介して出力変圧器5に入力され、出力変圧器5で所定電圧に昇圧されて三相交流電力として負荷6に供給される。また、出力変圧器5の出力の三相交流電圧は変圧器14で降圧される。即ち変圧器14は出力変圧器5の出力の三相交流電圧の降圧された瞬時電圧を出力する。これは、三相交流瞬時電圧波形を検出することに相当する。変圧器14からの三相交流は整流器15で整流され、A/Dコンバータ16に与えられてデジタルデータ（デジタル値）に変換される。そのデジタルデータはマイクロコンピュータ17aに与えられ、図2に示すフローチャートに従って処理される。

【0024】まず、A/Dコンバータ16から与えられたデジタルデータのサンプリングを行い（ステップS21）、サンプリングしたデータをメモリ（図示せず）にセットする（ステップS22）。サンプリング周期は、出力変圧器5の出力電圧Vu、Vv、Vwの1/2周期の間に例えば24個のデータをそろえ、平均値の演算を実施する（ステップS23）。その平均値の演算結果をVavとし、これを出力電圧変動範囲X、Yと比較する（ステップS24）。本処理を1/2周期毎にくり返し、演算結果Vavがこの規定範囲内にあれば、運転を継続し、逆に範囲を外れていれば、インラッシュ等によって短時間電圧変動による誤検知をさける適当な時素の経過を待って（ステップS25）、停止指令を出す。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2へのパルス送出を停止し、インバータ装置2の駆動を停止させる。

【0025】以上のように本実施例1では、インバータ装置2が欠相したとき、出力電圧整流値のレベルが変動することを利用して、保護動作を行う。この保護動作により、リアクトル3や出力変圧器5の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができる。なお、本実施例1では、マイクロコンピュータ17aの処理能力を考慮して、サンプリング周期を決めたが、より短い周期で、平均値の演算を実施する事で、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0026】実施例2. 図3は、この発明の実施例2に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。この電力変換装置は、実施例1と同様に、直流電源1、インバータ装置2、PWMパルス発生回路12、交流フィルタ回路36、及び出力変圧器5を備え、更に制御系として、上記出力変圧器5の出力の三相交流電圧の瞬時電圧

力される三相交流電圧の瞬時電圧波形が変圧器14で検出され、その瞬時電圧波形に対応する三相交流正弦波電圧と基準三相交流正弦波電圧発生回路7からの基準三相交流正弦波電圧との位相が位相比較器18で比較され、この比較の結果値が所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられ、これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0019】第5の発明において、出力変圧器5の中性点電流が変流器21で検出され、整流器15で整流される。この整流値と基準値とはコンパレータ19で比較される。タイマ20では、その比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0020】第6の発明において、出力変圧器5の中性点電流により抵抗22に電圧が発生し、この電圧が整流器15で整流される。この整流値と基準値とはコンパレータ19で比較される。タイマ20では、その比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くと、停止指令がPWMパルス発生回路12に与えられる。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2が欠相したとしてインバータ装置2の駆動を停止させる。

【0021】第7の発明において、リアクタンス手段としてリーケージ付インバータトランス25が用いられ、このトランス25の出力が出力変圧器5の出力の代りに与えられる。

【0022】

【実施例】

実施例1. 図1は、この発明の実施例1に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。この電力変換装置は、図1に示すように、直流を三相交流に変換するインバータ装置2と、このインバータ装置2を駆動させるためのパルスを発生するPWMパルス発生回路12と、上記インバータ装置2の出力に接続された交流フィルタ用のリアクタンス手段としてのリアクトル3および交流フィルタ用のコンデンサ4から成る交流フィルタ回路36と、この交流フィルタ回路36を介して上記インバータ装置2の出力に接続され三相交流電力を負荷6に供給する出力変圧器5とを備え、更に制御系として、上記出力変圧器5の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段としての変圧器14と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流を整流する整流手段としての整流器15と、上記整流して得られたアナログ三相電圧をデジタル値に変換するアナログ/デジタル変換手段としてのA/Dコンバータ16と、上記変換されたデジタル値の平均値を取り該平均値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバ

ータ装置2を停止させるための停止指令を上記PWMパルス発生回路12に与える演算処理手段としてのマイクロコンピュータ17aとを備えている。

【0023】図2は、上記マイクロコンピュータ17aのプログラムの動作を示すフローチャートであり、以下、図1及び図2を参照して本実施例1の動作について説明する。直流電源1の直流はインバータ装置2で三相交流に変換され、その三相交流は交流フィルタ回路36を介して出力変圧器5に入力され、出力変圧器5で所定電圧に昇圧されて三相交流電力として負荷6に供給される。また、出力変圧器5の出力の三相交流電圧は変圧器14で降圧される。即ち変圧器14は出力変圧器5の出力の三相交流電圧の降圧された瞬時電圧を出力する。これは、三相交流瞬時電圧波形を検出することに相当する。変圧器14からの三相交流は整流器15で整流され、A/Dコンバータ16に与えられてデジタルデータ(デジタル値)に変換される。そのデジタルデータはマイクロコンピュータ17aに与えられ、図2に示すフローチャートに従って処理される。

【0024】まず、A/Dコンバータ16から与えられたデジタルデータのサンプリングを行い(ステップS21)、サンプリングしたデータをメモリ(図示せず)にセットする(ステップS22)。サンプリング周期は、出力変圧器5の出力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w の1/2周期の間に例えば24個のデータをそろえ、平均値の演算を実施する(ステップS23)。その平均値の演算結果を V_{av} とし、これを出力電圧変動範囲 X 、 Y と比較する(ステップS24)。本処理を1/2周期毎にくり返し、演算結果 V_{av} がこの規定範囲内にあれば、運転を継続し、逆に範囲を外れていれば、インラッシュ等によって短時間電圧変動による誤検知をさける適当な時素の経過を待って(ステップS25)、停止指令を出す。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2へのパルス送出を停止し、インバータ装置2の駆動を停止させる。

【0025】以上のように本実施例1では、インバータ装置2が欠相したとき、出力電圧整流値のレベルが変動することを利用して、保護動作を行う。この保護動作により、リアクトル3や出力変圧器5の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができる。なお、本実施例1では、マイクロコンピュータ17aの処理能力を考慮して、サンプリング周期を決めたが、より短い周期で、平均値の演算を実施する事で、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0026】実施例2. 図3は、この発明の実施例2に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。この電力変換装置は、実施例1と同様に、直流電源1、インバータ装置2、PWMパルス発生回路12、交流フィルタ回路36、及び出力変圧器5を備え、更に制御系として、上記出力変圧器5の出力の三相交流電圧の瞬時電圧

波形を検出する瞬時電圧波形検出手段としての変圧器14と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流電圧をデジタル値に変換するアナログ／デジタル変換手段としてのA/Dコンバータ16と、上記変換されたデジタル値を高速フーリエ変換してパワースペクトル処理を行い高調波実効値と歪率を算出し該歪率が所定レベル以上で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置2を停止させるための停止指令を上記PWMパルス発生回路12に与える演算処理手段としてのマイクロコンピュータ17bとを備えている。

【0027】図4は、上記マイクロコンピュータ17bのプログラムの動作を示すフローチャートである。以下、図3及び図4を参照して本実施例2の動作について説明する。なお、前記実施例1の動作と重複するものは動作説明を省略する。

【0028】変圧器14の出力の三相交流電圧を各々A/Dコンバータ16にてデジタルデータに変換し、マイクロコンピュータ17bに入力する。マイクロコンピュータ17bにおいて、u、v、w相のデジタルデータを各々サンプリングし（ステップS41）、メモリ（図示せず）にセットする。1周期分のデータを用い、FFT（高速フーリエ変換）処理（ステップS42）及びパワースペクトル処理（ステップS43）を行う。次に第2調波以上の実効値より、高調波の実効値を求め（ステップS44）、基本波で除算すると歪率Kが得られる（ステップS45）。本処理を1周期毎にくり返し、歪率Kが規定出力電圧歪率Z未満であれば（ステップS46）、運転を継続し、規定出力電圧歪率Z以上の状態が、ある適当な時間継続すれば（ステップS46、S47）、欠相と判断し、停止指令を出す。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2へのパルス送出を停止し、インバータ装置2の駆動を停止させる。

【0029】以上のように本実施例1では、欠相した時に出力電圧が歪むことにより、より確実に欠相を検知でき、欠相を起こした相も判別できる。したがってリアクトル3や出力変圧器5の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができる。なお、FFT処理を実施するマイクロコンピュータにはDSP（デジタルシグナルプロセッサ）の利用が適している。即ち、通常のプロセッサでは、ソフトウェアで浮動小数点数の演算を行うが、DSPはデジタル信号処理用の命令セット機能をハードウェアで実現しているため、1命令で複雑な演算ができ、したがって浮動小数点演算を繰り返すFFTの処理に適している。

【0030】実施例3。図5は、この発明の実施例3に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。この電力変換装置は、実施例2と同様に、直流電源1、インバータ装置2、PWMパルス発生回路12、交流フィルタ回路36、出力変圧器5、変圧器14、A/Dコンバータ16を備え、更に演算処理手段としてのマイクロコ

ンピュータ17cを備えている。このマイクロコンピュータ17cは、A/Dコンバータ16からのデジタル値により周波数を算出し該周波数が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置2を停止させるための停止指令をパルス発生回路12に与える機能を有する。

【0031】図6は、上記マイクロコンピュータ17cのプログラムの動作を示すフローチャートである。以下、図5及び図6を参照して本実施例3の動作について説明する。なお、前記実施例1の動作と重複するものは動作説明を省略する。

【0032】変圧器14の出力の三相交流電圧を各々A/Dコンバータ16にてデジタルデータに変換し、マイクロコンピュータ17cに入力する。マイクロコンピュータ17cにおいて、u、v、w相のデジタルデータを各々サンプリングし（ステップS61）、メモリ（図示せず）にセットする。次にサンプリングデータに基づき三相交流電圧波形が負から正に変化する周期Tを計測し（ステップS62）、その逆数を計算することにより、周波数fを得る（ステップS63）。本処理を1周期毎にくり返し、周波数fが規定周波数範囲内であれば運転を継続し、規定外の周波数が、ある適当な時間継続すれば（ステップS64、S65）、欠相と判断し、停止指令を出す。これによりPWMパルス発生回路12はインバータ装置2へのパルス送出を停止し、インバータ装置2の駆動を停止させる。

【0033】以上のように本実施例3では、欠相した時に、出力電圧の高調波成分が多くなり、見かけ上周波数が変化することを判別することにより、欠相を検知することができる。したがってリアクトル3や出力変圧器5の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができる。

【0034】実施例4。図7は、この発明の実施例4に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。この電力変換装置は、実施例1と同様に、直流電源1、インバータ装置2、PWMパルス発生回路12、交流フィルタ回路36、出力変圧器5、及び変圧器14を備え、更に基準三相交流正弦波電圧を発生する基準三相交流正弦波電圧発生手段としての基準三相交流正弦波電圧発生回路7と、上記変圧器14で検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流正弦波電圧と上記基準三相交流正弦波電圧発生回路7からの基準三相交流正弦波電圧との位相比較を行い該位相比較の結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置2を停止させるための停止指令を上記PWMパルス発生回路12に与える位相比較手段としての位相比較器18とを備えている。なお、電流制御増幅器11は従来から備えられるもので、基準三相交流正弦波電圧発生回路7からの基準三相交流正弦波電圧と出力変圧器5の出力の三相交流正弦波電圧のフィードバック（F/B）値との差を電

流増幅するものである。したがって、電流制御増幅器11とPWMパルス発生回路12により基準三相交流正弦波電圧と出力の三相交流正弦波電圧が一致するようにインバータ装置2のスイッチングを制御する。

【0035】次に本実施例4の動作について説明する。なお、前記実施例1の動作と重複するものは動作説明を省略する。位相比較器18は、変圧器14からの三相交流正弦波電圧と基準三相交流正弦波電圧発生回路7からの基準三相交流正弦波電圧との各位相を比較する。欠相が発生し、出力電圧の高調波成分が大きくなると、見かけ上、上記両電圧の位相がずれ、出力電圧である三相交流正弦波電圧が基準三相交流正弦波電圧と合わなくなる。これにより、位相比較器18は位相比較の結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし、PWMパルス発生回路12に停止指令を与える。したがって、PWMパルス発生回路12からのパルス送出は停止し、インバータ装置2の駆動は停止される。

【0036】本実施例4では、インバータ装置2の欠相が発生し、出力電圧の高調波成分が多くなると、出力電圧は見かけ上位相がずれ、基準電圧と合わなくなることを利用して、位相比較器18により欠相を検出し、インバータ装置2の駆動を停止させるようにしたので、リアクトル3や出力変圧器5の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができる。また、実施例1～3のマイクロコンピュータの処理が省け、少ない部品点数で欠相検知を行うことができる。

【0037】実施例5。図8は、この発明の実施例5に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。この電力変換装置は、実施例1と同様に、直流電源1、インバータ装置2、PWMパルス発生回路12、交流フィルタ回路36、及び出力変圧器5を備え、更に、上記出力変圧器5の中性点に流れる電流を検出する電流検出手段としての変流器21と、上記検出された電流を整流する整流手段としての整流器15と、この整流器15の出力値と基準値とを比較する比較手段としてのコンパレータ19と、このコンパレータ19による比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし上記インバータ装置2を停止させるための停止指令を上記PWMパルス発生回路12に与える欠相検知手段としてのタイマ20とを備え、また、コンパレータ19に基準値(基準電圧)を与えるための抵抗26と、整流器15の出力のフィルタ用の抵抗23及びコンデンサ24とを備えている。

【0038】次に本実施例5の動作について説明する。なお、前記実施例1の動作と重複するものは動作説明を省略する。インバータ装置2の各相が健全な時、 $I_u + I_v + I_w = I_n = 0$ であるが、欠相によって出力アンバランスが生じ、 $I_n \neq 0$ となる。 I_u 、 I_v 、 I_w は出力の相電流、 I_n は出力変圧器5の中性点電流である。出力変圧器5の中性点に変流器21を設け、欠相が

生じたときに中性点に流れる電流 I_n を変流器21で検出し、整流器15で整流し、抵抗23を介してコンパレータ19の反転入力端子に入力する。コンパレータ19では、反転入力端子の電圧と非反転入力端子の基準電圧とを比較し、この比較結果値をタイマ20に与える。タイマ20は、比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知とし、PWMパルス発生回路12に停止指令を与える。これによりPWMパルス発生回路12からのパルス送出は停止し、インバータ装置2の駆動は停止される。

【0039】本実施例5によれば、インバータ装置2が欠相したとき、出力変圧器5の中性点電流が変化することを利用してインバータ装置2の駆動を停止でき、したがって、リアクトル3や出力変圧器5の異常発熱等により装置の故障拡大を未然に防ぐことができる。また、本実施例5によれば、検知箇所は出力変圧器5の中性点のみで済むので、欠相の判定に用いる部品点数が少なく済む。

【0040】実施例6。図9は、この発明の実施例6に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。図9において、図8に示す構成要素に相当するものには同一の符号を付し、その説明を省略する。図9において、出力変圧器5の中性点と接地点間に電圧発生手段としての抵抗22が接続されている。この抵抗22の交流電圧が整流器15で整流され、以下、前記実施例5と同様な動作が行なわれる。したがって、本実施例6の場合も、前記実施例5と同様な効果を得ることができる。

【0041】実施例7。図10は、この発明の実施例7に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。図10において、図1に示す構成要素に相当するものには同一の符号を付し、その説明を省略する。本実施例7では、交流フィルタ回路36内のリアクタンス手段として実施例1～6に示すリアクトル3に代ってリーケージ付インバータトランス25が設けられ、このリーケージ付インバータトランス25の出力が負荷6及び変圧器14の入力に接続されている。したがって、本実施例7では前記実施例1～6に示されるような出力変圧器5が設けられておらず、その他の構成は実施例1と同様である。上記リーケージ付インバータトランス25とは、漏れの磁束で交流フィルタ回路36に使うリアクトル機能を合せ持つ漏洩変圧器のことで、鉄心に一次巻線と二次巻線を重ねて巻回し、両巻線間に絶縁性の磁性体間隙片を挿入したものである。本実施例7の動作については前記実施例1と同様であるので、説明を省略する。

【0042】以上のように本実施例7では、リアクトルの代わりにリーケージ付インバータトランス25を用いたので、出力変圧器を省略でき、これにより装置全体として小型化を図ることができ、また、前記実施例1と同様の効果を得ることができる。なお、本実施例7では、前記実施例1の構成に基づいてリーケージ付インバータト

ランス 25 を設けたが、前記実施例 2 ～ 6 の構成に基づいてリーケージ付インバートランス 25 を設けても良く、この場合も同様の効果が得られる。

【 0 0 4 3 】

【発明の効果】 以上のように第 1 の発明によれば、出力変圧器の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流を整流する整流手段と、上記整流して得られたアナログ三相電圧をデジタル値に変換するアナログ／デジタル変換手段と、上記変換されたデジタル値の平均値を取り該平均値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知としインバータ装置を停止させるための停止指令をパルス発生回路に与える演算処理手段とを設けて構成したので、インバータ装置が欠相したとき、出力電圧整流値のレベルが変動することを利用して、インバータ装置の駆動を停止でき、したがってリアクトルや出力変圧器の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができるという効果が得られる。

【 0 0 4 4 】 第 2 の発明によれば、出力変圧器の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流をデジタル値に変換するアナログ／デジタル変換手段と、上記変換されたデジタル値を高速フーリエ変換してパワースペクトル処理を行い高調波実効値と歪率を算出し該歪率が所定レベル以上で所定時間以上続くことで欠相検知としインバータ装置を停止させるための停止指令をパルス発生回路に与える演算処理手段とを設けて構成したので、インバータ装置が欠相したとき、出力電圧が歪むことを利用して、インバータ装置の駆動を停止でき、したがってリアクトルや出力変圧器の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができるという効果が得られる。

【 0 0 4 5 】 第 3 の発明によれば、出力変圧器の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段と、上記検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流をデジタル値に変換するアナログ／デジタル変換手段と、上記変換されたデジタル値により周波数を算出し該周波数が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知としインバータ装置を停止させるための停止指令をパルス発生回路に与える演算処理手段とを設けて構成したので、インバータ装置が欠相したとき、出力電圧の高周波成分が多くなり、見かけ上周波数が増加することを利用して、インバータ装置の駆動を停止でき、したがってリアクトルや出力変圧器の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができるという効果が得られる。

【 0 0 4 6 】 第 4 の発明によれば、出力変圧器の出力の三相交流電圧の瞬時電圧波形を検出する瞬時電圧波形検出手段と、基準三相交流正弦波電圧を発生する基準三相交流正弦波電圧発生手段と、上記瞬時電圧波形検出手段

で検出された瞬時電圧波形に対応する三相交流正弦波電圧と上記基準三相交流正弦波電圧発生手段からの基準三相交流正弦波電圧との位相比較を行い該位相比較の結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知としインバータ装置を停止させるための停止指令をパルス発生回路に与える位相比較手段とを設けて構成したので、インバータ装置が欠相したとき、出力電圧の高調波成分が多くなると、出力電圧は見かけ上位相がずれ、基準電圧と合わなくなることを利用して、インバータ装置の駆動を停止でき、したがってリアクトルや出力変圧器の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができるという効果が得られる。

【 0 0 4 7 】 第 5 の発明によれば、出力変圧器の中性点に流れる電流を検出する電流検出手段と、上記検出された電流を整流する整流手段と、この整流手段の出力値と基準値とを比較する比較手段と、この比較手段による比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知としインバータ装置を停止させるための停止指令をパルス発生回路に与える欠相検知手段とを設けて構成したので、インバータ装置が欠相したとき、出力変圧器の中性点電流が変化することを利用してインバータ装置の駆動を停止でき、したがってリアクトルや出力変圧器の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができるという効果が得られる。

【 0 0 4 8 】 第 6 の発明によれば、出力変圧器の中性点に流れる電流により電圧を発生させる電圧発生手段と、上記発生した電圧を整流する整流手段と、この整流手段の出力値と基準値とを比較する比較手段と、この比較手段による比較結果値が所定レベル外で所定時間以上続くことで欠相検知としインバータ装置を停止させるための停止指令をパルス発生回路に与える欠相検知手段とを設けて構成したので、インバータ装置が欠相したとき、出力変圧器の中性点電圧が変化することを利用してインバータ装置の駆動を停止でき、したがってリアクトルや出力変圧器の異常発熱等による装置の故障拡大を未然に防ぐことができるという効果が得られる。

【 0 0 4 9 】 第 7 の発明によれば、出力変圧器を省くとともに、交流フィルタ回路を構成するリアクタンス手段としてリーケージ付インバートランスを用い、このリーケージ付インバートランスの出力を出力変圧器の出力の代りに接続するように構成したので、出力変圧器を省略でき、これにより装置全体として小型化を図ることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施例 1 に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】 上記実施例 1 におけるマイクロコンピュータのプログラムの動作を示すフローチャートである。

【図 3】 この発明の実施例 2 に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。

15

【図4】 上記実施例2におけるマイクロコンピュータのプログラムの動作を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施例3に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。

【図6】 上記実施例3におけるマイクロコンピュータのプログラムの動作を示すフローチャートである。

【図7】 この発明の実施例4に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。

【図8】 この発明の実施例5に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。

【図9】 この発明の実施例6に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。

【図10】 この発明の実施例7に係る電力変換装置の構成を示すブロック図である。

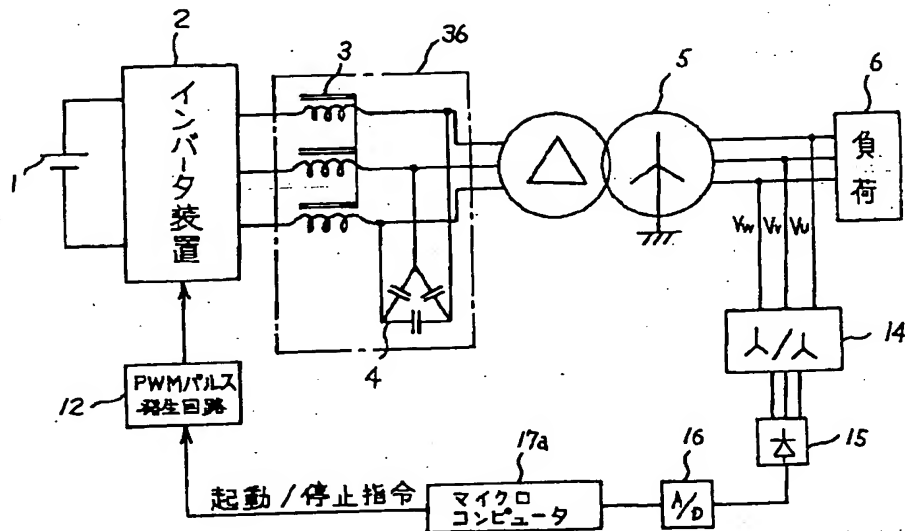
【図11】 従来の電力変換装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

16

1 直流電源、2 インバータ装置、3 リアクトル（リアクタンス手段）、4、24 コンデンサ、5 出力変圧器、6 負荷、7 基準三相交流正弦波電圧発生回路（基準三相交流正弦波電圧発生手段）、8 90° 進み回路、9 係数器、10 リミッタ、11 電流制御増幅器、12 PWMパルス発生回路、13 電圧偏差検出回路、14 変圧器（瞬時電圧波形検出手段）、15 整流器（整流手段）、16 A/Dコンバータ、17a、17b、17c マイクロコンピュータ（演算処理手段）、18 位相比較器（位相比較手段）、19 コンパレータ（比較手段）、20 タイマ（欠相検知手段）、21 変流器（電流検出手段）、22 抵抗（電圧発生手段）、23、26 抵抗、25 リーケジ付インバータトランス、31、35 変流器、32 加算器、33、34 減算器、36 交流フィルタ回路。

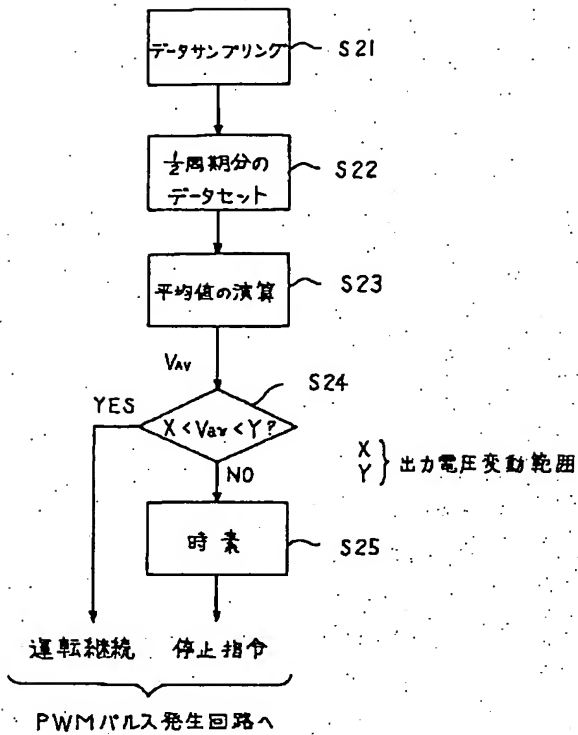
【図1】



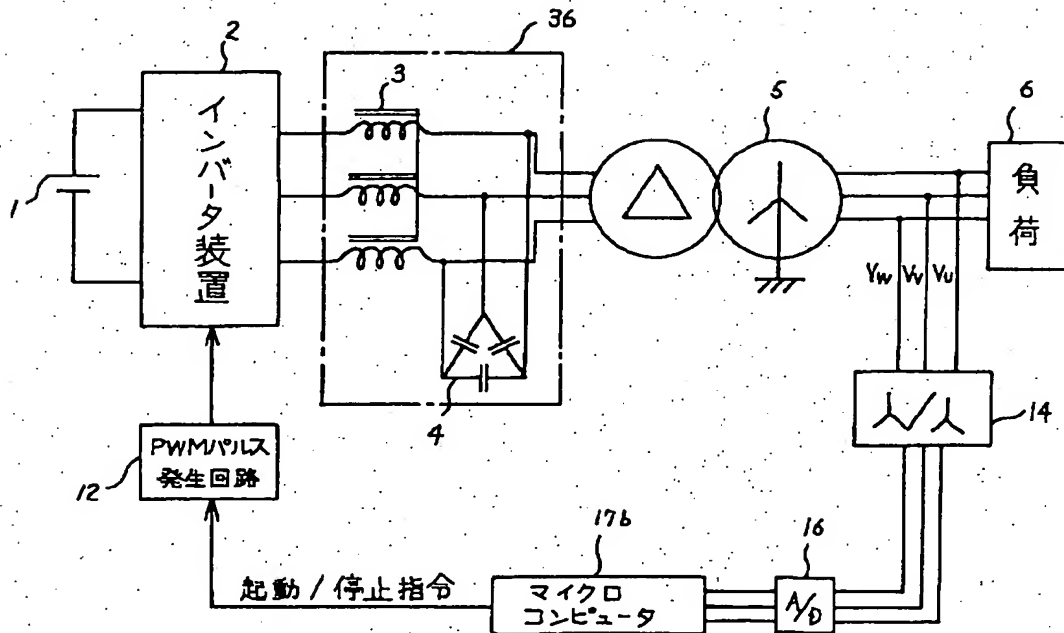
1; 直流電源
3; リアクトル
4; コンデンサ
5; 出力変圧器
14; 変圧器
15; 整流器
16; A/Dコンバータ
36; 交流フィルタ回路

全波整流波形
正常時
欠相時

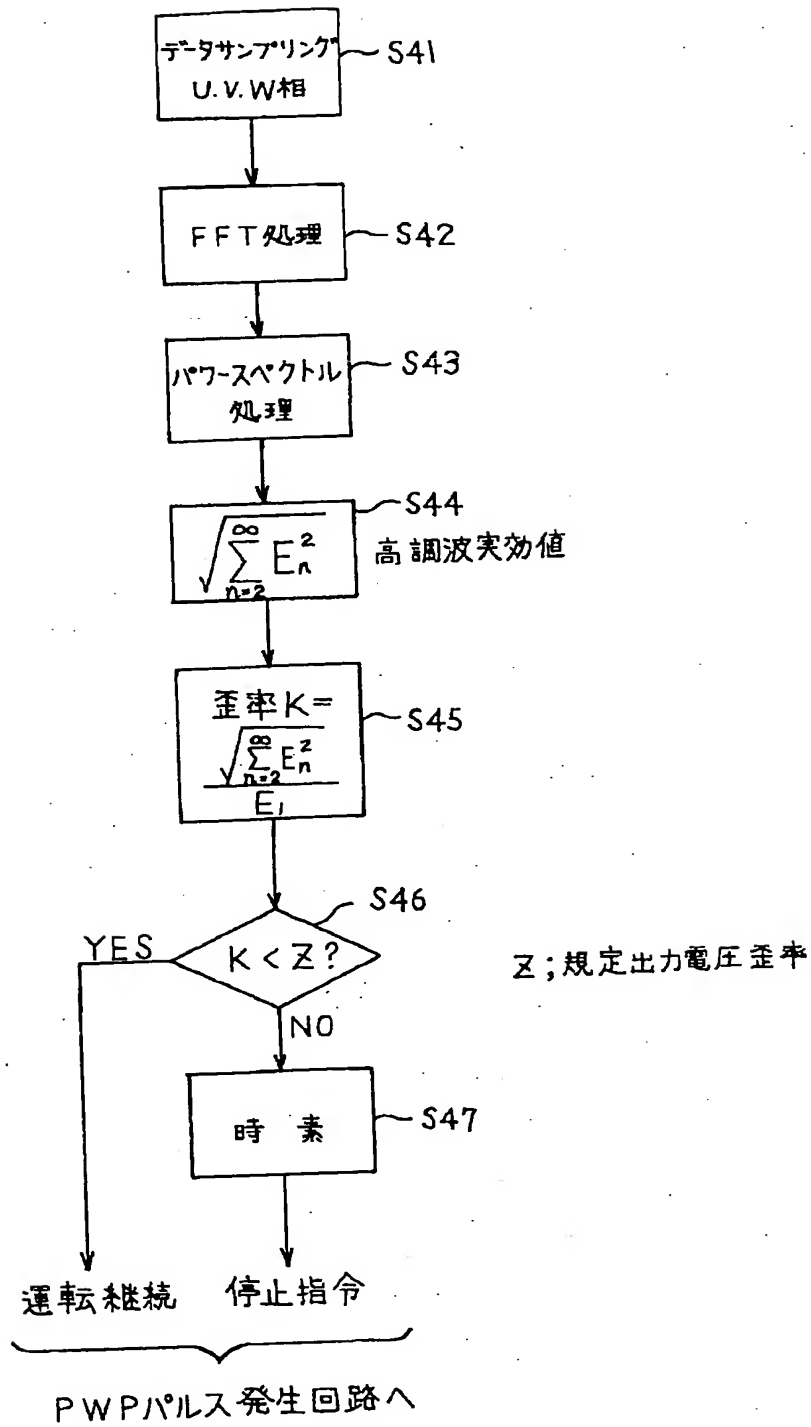
【図 2】



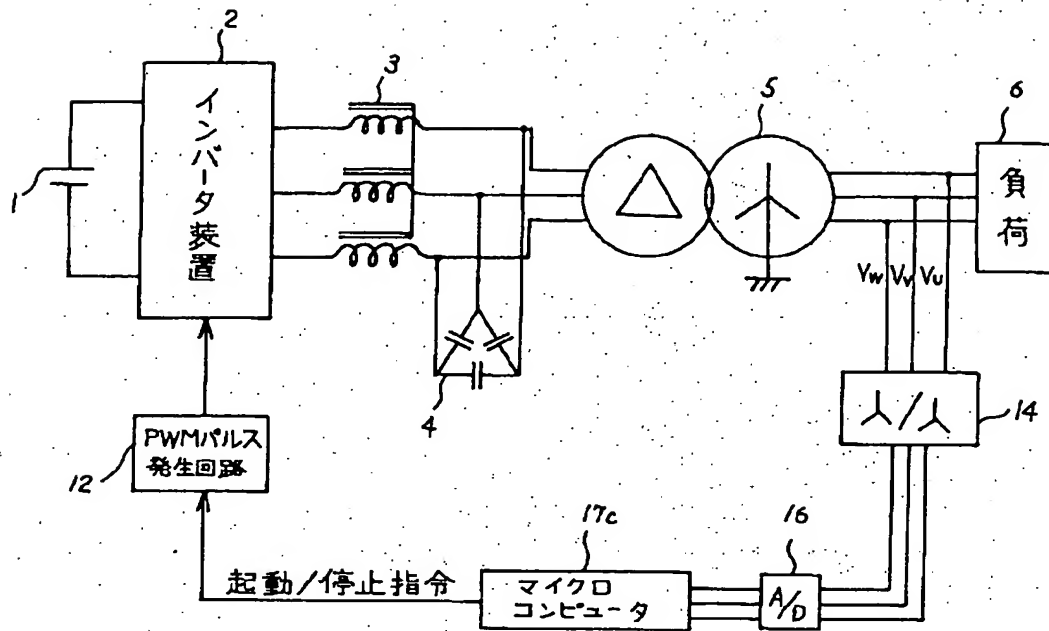
【図 3】



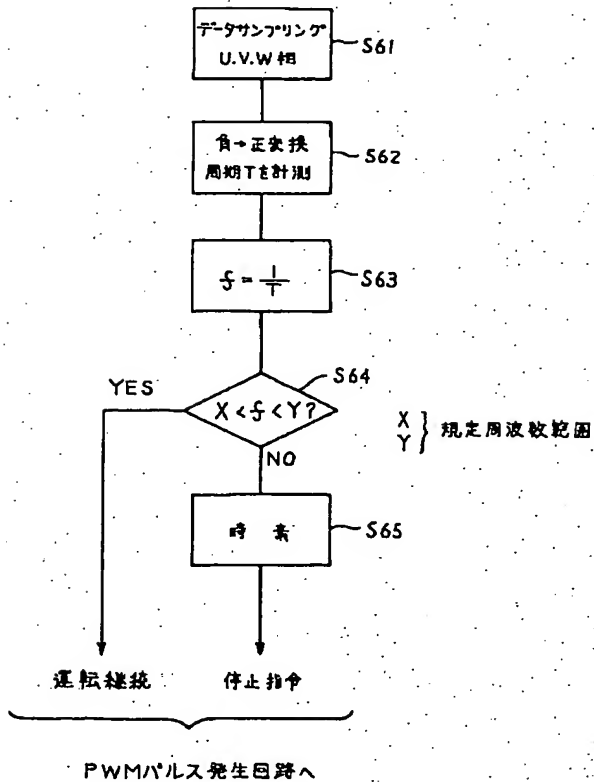
【図 4】



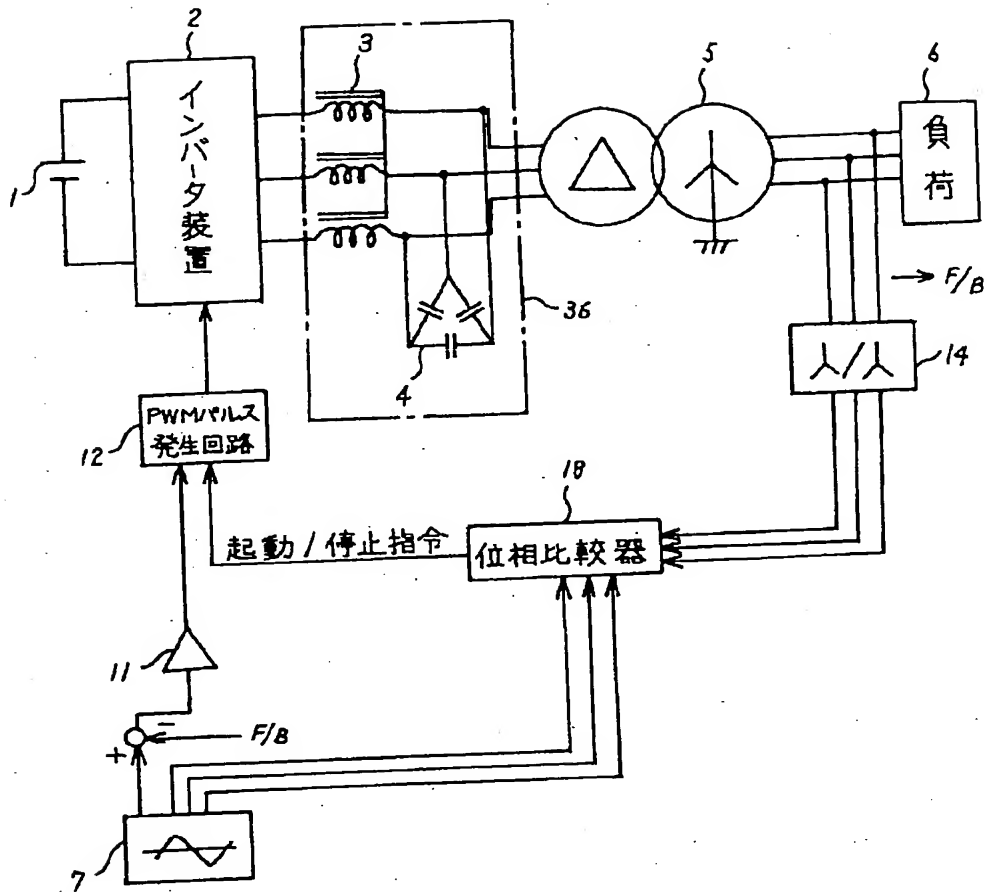
【図 5】



【図 6】



【図 7】

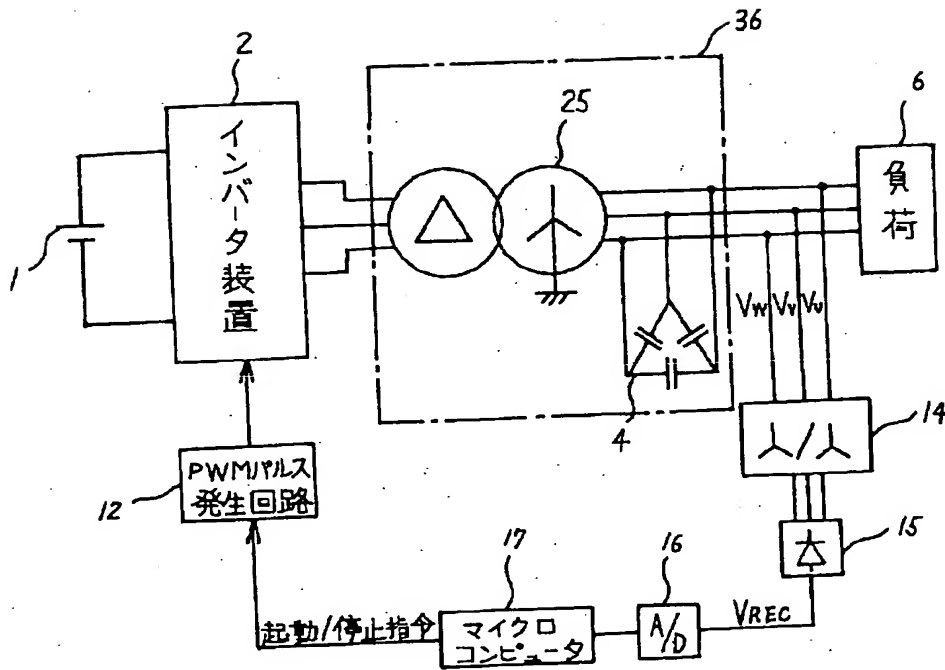


7; 基準三相交流正弦波電圧発生回路

11; 電流制御増幅器

[illegible]

【図10】



25; リークage付インバートランス

【図11】

